

Pelita Perkebunan 29(3) 2013, 174-181

Pengembangan Kriteria Seleksi Karakter Berat Biji pada Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L.) melalui Pendekatan Analisis Sidik Lintas

Development of Selection Criteria on Bean Weight Character of Cocoa (Theobroma cacao L.) through Path Analysis Approach

Indah Anita-Sari^{1*)} dan Agung Wahyu Susilo¹⁾

¹⁾Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90, Jember, Indonesia

^{*)}Alamat penulis (*corresponding author*): indah.sari83@yahoo.com

Naskah diterima (*received*) 11 Juni 2013, disetujui (*accepted*) 31 Oktober 2013

Abstrak

Analisis sidik lintas banyak dimanfaatkan untuk pengembangan kriteria seleksi pada berbagai jenis tanaman. Analisis sidik lintas pada penelitian ini dilakukan untuk mencari kriteria seleksi sifat komponen hasil yang berpengaruh langsung terhadap berat biji. Selain nilai koefisien sidik lintas juga dilakukan pendekatan nilai koefisien keragaman genetik, heritabilitas dan nilai kemajuan genetik. Penelitian dilakukan di Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia dengan menggunakan rancangan acak kelompok terdiri dari 14 nomor aksesi dan masing-masing terdiri dari tiga ulangan. Parameter yang diamati meliputi lilit buah, panjang buah, berat buah, berat biji basah per buah, jumlah biji baik per buah, jumlah biji hampa per buah, bobot kering per biji baik, dan kadar kulit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakter berat buah berperan penting dalam menentukan bobot kering per biji baik. Karakter tersebut memiliki nilai koefisien korelasi genotipe tinggi dan positif nyata ($r=0,46$) terhadap bobot kering per biji, memiliki pengaruh langsung cukup besar ($P=0,479$), nilai koefisien keragaman genotipe sedang (9,61%), dan kemajuan genetik tinggi (95,23). Karakter berat biji basah per buah juga dapat digunakan secara tidak langsung untuk seleksi bobot kering per biji baik berdasar pada nilai koefisien keragaman genotipe (11,88%), nilai kemajuan genetik (82,48), dan pengaruh langsung terhadap bobot kering per biji baik yang bernilai positif ($P=0,006$).

Kata kunci: Kriteria seleksi, bobot kering per biji, analisis sidik lintas, *Theobroma cacao* L.

Abstract

Path coefficient analysis is frequently used for development of selection criteria on various type of plants. Path analysis on this research was conducted to find the selection criteria of yield component which directly affect bean weight. In addition to the value of path analysis coefficient, genetic variation coefficient, heritability and the value of genetic progress were also studied. The study was conducted at the Indonesian Coffee and Cocoa Research Institute. The research used randomized complete block design consisting of 14 accession numbers and each consisting of three replications. Pod girth, pod length, pod weight, wet beans weight per pod, number of normal beans per pod, number of abnormal beans per pod, dry weight per normal bean, and shell content were observed. The results showed that the pod weight character had an important role in

determining the dry weight of normal bean. The character had a positive genotype correlation coefficient values which was high and significantly different ($r=0.46$) for dry weight per normal bean, considerable direct influence ($P=0.479$), moderate of the genotype variation coefficient (9.6%), and high genetic progress (95.23). Character of wet bean weight per pod could also be used indirectly for the selection criteria for dry weight per normal bean based on genetic variation coefficient value (11.88%), genetic progress value (82.48), and direct effect on dry weight per normal bean had positive value ($P=0.006$).

Key words: Selection criteria, dry weight per bean, path analysis, *Theobroma cacao L.*

PENDAHULUAN

Salah satu kendala yang dihadapi dalam peningkatan dan pengembangan tanaman kakao adalah adanya keterbatasan bahan tanam unggul yang memiliki potensi produksi tinggi, berat biji seragam (90-110 biji/100 g), kadar lemak 50-55% serta kadar kulit biji maksimum 10% (Suhendi *et al.*, 2004). Berat biji bersifat kuantitatif dan dipengaruhi oleh karakter-karakter komponen yang berperan dalam pembentukan berat biji. Menurut Wirnas *et al.* (2005), hubungan antara karakter dayahasil dengan karakter lain yang berpengaruh terhadap hasil dapat diduga dengan menghitung nilai koefisien korelasi antara kedua karakter. Berkaitan dengan sifat tanaman kakao yaitu bersifat menyerbuk silang, Arshad *et al.* (2007) menyatakan bahwa pada tanaman yang menyerbuk silang menyebabkan nilai koefisien korelasinya tidak dapat dipercaya pada saat pelaksanaan seleksi. Wirnas *et al.* (2005) juga menyebutkan bahwa kelemahan analisis korelasi adalah sering menimbulkan salah penafsiran karena adanya pengaruh multikolinearitas antarkarakter. Di samping itu, menurut Bizeti *et al.* (2004), nilai koefisien korelasi merupakan pengaruh langsung masing-masing karakter dan pengaruh tidak langsung suatu karakter melalui karakter lain terhadap karakter tidak bebas yang telah dipilih.

Analisis sidik lintas adalah pengembangan dari analisis korelasi yang menjelaskan keeratan hubungan antarkarakter dengan cara menguraikan koefisien korelasi menjadi pengaruh langsung dan pengaruh tidak langsung (Wirnas *et al.*, 2005). Keuntungan dari analisis tersebut adalah memberikan kemungkinan untuk memisahkan koefisien ke dalam komponen-komponen koefisien lintas yang berpengaruh langsung dan tidak langsung (Arshad *et al.*, 2006; Miftahor-rachman, 2010). Pemanfaatan analisis sidik lintas dalam pengembangan kriteria seleksi sudah banyak dilakukan pada berbagai jenis tanaman seperti kopi Arabika (Iswanto, 1983), kedelai (Bizeti *et al.*, 2004), gandum (Asif *et al.*, 2003), kubis (Ali *et al.*, 2003), dan kacang arab (Ciftci *et al.*, 2004). Analisis sidik lintas telah berhasil dikembangkan dan secara efektif dapat digunakan dalam penentuan kriteria seleksi pada komoditas kacang arab dengan menggunakan kriteria indeks panen dan jumlah biji per tanaman (Ciftci *et al.*, 2004). Iqbal *et al.* (2003) juga telah menggunakan analisis sidik lintas untuk menentukan kriteria seleksi pada 10 genotipe kedelai.

Plasma nutfah sebagai sumber karakter yang diwariskan menunjukkan penampilan fenotipik yang bervariasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk pengembangan kriteria seleksi pada tanaman kakao dengan

mempelajari hubungan antarkarakter komponen dayahasil kemudian diharapkan dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai kriteria seleksi dalam merakit bahan tanam khususnya terhadap komponen hasil kakao. Besar kecilnya pengaruh komponen daya hasil terhadap komponen mutu hasil dapat diketahui dari pengaruh langsung dan tidak langsungnya (Iswanto, 1983), karakter keragaman genetik serta sifat pewarisan dari masing-masing karakter tersebut.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Kebun Percobaan Kaliwining Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Rancangan percobaan menggunakan rancangan acak lengkap dengan 14 nomor aksesi sebagai perlakuan meliputi KW 0017, KW 0021, KW 0036, KW 0049, KW 0067, KW 0085, KW 0089, KW 0105, KW 0218, KW 0241, KW 0364, KW 0497, dan KW 0500. Jumlah pohon contoh yang diamati sebanyak lima pohon setiap nomor aksesi yang berlokasi di kebun koleksi kakao Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia. Pemeliharaan tanaman dilakukan sesuai dengan pedoman budidaya kakao dengan jarak tanam 3 m x 3 m. Masing-masing perlakuan diulang tiga kali dengan jumlah contoh sebanyak 10 - 15 buah. Parameter yang diamati meliputi lilit buah (K1), panjang buah (K2), berat buah (K3), berat biji basah per buah (K4), jumlah biji baik (K5), jumlah biji hampa (K6), dan berat kering per biji baik (K7). Biji baik merupakan biji yang berkembang secara sempurna, sedangkan biji hampa merupakan bakal biji yang tidak berkembang sempurna. Keragaman genotipe, keragaman fenotipe, koefisien keragaman genotipe dan koefisien keragaman fenotipe dianalisis menggunakan program Excell berdasarkan metode analisis yang dikembangkan oleh Singh & Chaudary

(1979) sebagai berikut:

- Koefisien keragaman genotipik (KVG):

$$CVG = \frac{\sqrt{\sigma^2 g}}{x} \times 100\%$$

Keterangan:

- $\sigma^2 f$ = varian fenotipik
- $\sigma^2 g$ = varian genotipik
- x = rata-rata umum

Koefisien keragaman genotipe dikategorikan menurut Knight (1979) sebagai berikut:

- Besar (KVG > 14,5%)
- Sedang (5% < KVG ≤ 14,5%)
- Kecil (KVG ≤ 5%)

Koefisien keragaman fenotipik (KVF) dikategorikan menurut Qosim *et al.* (2000) sebagai berikut:

- Tinggi (> 50%)
- Sedang (25% < x ≤ 50%)
- Rendah (0 < KVF ≤ 25%)

Nilai heritabilitas (H) dalam arti luas diduga dengan menggunakan rumus menurut Allard (1960):

$$H = \frac{\sigma g^2}{x} \times 100\%$$

Klasifikasi nilai heritabilitas berdasar pada Mc.Whiter (1979), yaitu:

- Tinggi H > 50%
- Sedang 20% < H < 50%
- Rendah H < 20%

Nilai kemajuan genetik (KG) menurut Knight (1979) sebagai berikut:

$$KG = i\sigma P h^2$$

Keterangan:

- KG = kemajuan genetik,
- i = intensitas seleksi
- σP = standar deviasi fenotipik
- h^2 = heritabilitas arti luas

Nilai koefisien korelasi genetik untuk mengetahui keeratan hubungan antarkarakter. Nilai koefisien genetik berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Singh & Chaudary

(1979) sebagai berikut:

$$rg_{xy} = \frac{kov. g_{xy}}{(\sigma^2 g_x \cdot \sigma^2 g_y)^{0.5}}$$

Keterangan:

rg_{xy} = korelasi genetik antara sifat x dan sifat y
 $kov. g_{xy}$ = kovarian genetik antara sifat x dan sifat y
 $\sigma^2 g_x$ = varian genetik sifat x
 $\sigma^2 g_y$ = varian genetik sifat y

Nilai koefisien lintas dihitung berdasarkan Singh & Chaudary (1979), sebagai berikut:

$$\begin{matrix} \begin{pmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ r_{3y} \\ . \\ . \\ . \\ r_{7y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{1.1} & r_{1.2} & . & . & r_{1.7} \\ r_{1.2} & r_{2.2} & . & . & r_{2.7} \\ r_{3.1} & r_{3.2} & . & . & r_{3.7} \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ . & . & . & . & . \\ r_{7.1} & r_{7.2} & . & . & r_{7.7} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} P_{1y} \\ P_{2y} \\ P_{3y} \\ . \\ . \\ . \\ P_{7y} \end{pmatrix} \\ \text{A} \qquad \qquad \qquad \text{B} \qquad \qquad \qquad \text{C} \end{matrix}$$

Nilai vektor A merupakan nilai korelasi antara X1 dengan berat per biji baik (Y) (r_{iy}). Matriks B terdiri dari unsur korelasi peubah $x_i(r_{ij})$, dan vektor C merupakan unsur peubah X terhadap Y(r_{ij}). Vektor C dapat diperoleh menggunakan rumus:

$$C = B^{-1}A$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai korelasi genetik antartujuh karakter komponen hasil tanaman kakao tertera pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat nilai korelasi positif nyata pada karakter panjang buah terhadap berat buah dan berat buah terhadap bobot kering per biji baik (Tabel 1). Nilai korelasi genetik tertinggi dan nyata terjadi antara berat buah dengan bobot kering per biji baik ($r = 0,46$). Hal tersebut mengindikasikan bahwa semakin besar panjang buah akan meningkatkan secara nyata karakter berat buah, dan semakin besar

berat buah akan meningkatkan secara nyata bobot kering per biji baik. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Nasution (2010) yang menyatakan bahwa diameter dan panjang buah memiliki korelasi positif terhadap berat buah.

Nilai korelasi dapat digunakan untuk mengetahui respons berkorelasi dalam seleksi tidak langsung, artinya jika suatu karakter dan karakter lain memiliki respons berkorelasi maka perbaikan karakter yang sulit diamati dapat dilakukan dengan cara menyeleksi karakter lain yang mudah diamati (Bakhtiar *et al.*, 2010). Kemajuan seleksi karakter yang sulit diamati dapat diperoleh melalui respons berkorelasi dari karakter yang dijadikan sebagai kriteria seleksi, yang disebut sebagai seleksi tidak langsung yang dilakukan melalui karakter lain untuk satu karakter yang ingin diperbaiki (Falconer & Mackay, 1996; Tanya *et al.*, 2013).

Analisis koefisien lintas digunakan untuk memilah korelasi genetik antara bobot kering per biji baik dengan karakter-karakter yang berkaitan dengan bobot kering per biji baik menjadi pengaruh langsung dan tidak langsung. Hasil analisis koefisien korelasi (Tabel 1) dan analisis koefisien lintas (Tabel 2) atau (Gambar 1) karakter berat buah dengan bobot kering per biji baik menunjukkan nilai paling tinggi ($r = 0,46^*$ dan $P = 0,479$) dan memiliki pengaruh nyata dan positif terhadap bobot kering per biji baik. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mendapatkan bobot kering per biji baik tinggi dapat dilakukan seleksi langsung melalui berat buah. Iswanto (1983) menyebutkan bahwa dalam penentuan rendemen dilakukan berdasar pada nilai korelasi dan tingginya pengaruh langsungnya.

Karakter lain yang dapat digunakan sebagai indikator seleksi berdasarkan pada pengaruh tidak langsung adalah panjang buah dan berat biji basah per buah. Panjang

Tabel 1. Nilai korelasi genetik tujuh karakter komponen hasil tanaman kakao

Table 1. Coefficient correlation of seven characters of yield components on cocoa

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1		0.07 ^{ns}	0.17 ^{ns}	0.05 ^{ns}	-0.03 ^{ns}	-0.10 ^{ns}	0.07 ^{ns}
K2			0.44 [*]	0.16 ^{ns}	-0.09 ^{ns}	0.22 ^{ns}	0.20 ^{ns}
K3				0.37 [*]	-0.21 ^{ns}	0.34 ^{ns}	0.46 [*]
K4					-0.08 ^{ns}	0.33 ^{ns}	0.17 ^{ns}
K5						-0.10 ^{ns}	-0.10 ^{ns}
K6							0.33 ^{ns}
K7							

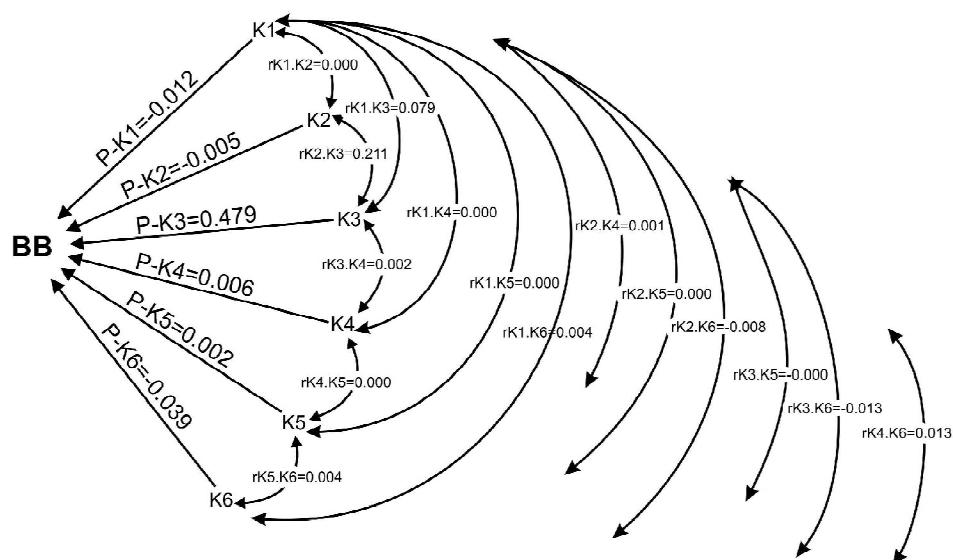
Keterangan (notes): * = berbeda nyata pada taraf 5%; ns = tidak berbeda nyata pada taraf 5%, K1 = lilit buah; K2 = panjang buah; K3 = berat buah; K4 = berat biji basah per buah; K5 = jumlah biji normal per buah; K6 = jumlah biji hampa per buah; K7 = bobot kering per biji baik (* = significant at 5% level; ns = not significant at 5% level; K1 = pod girth; K2 = pod length; K3 = pod weight; K4 = wet bean weight per pod; K5 = number of normal beans per pod; K6 = number of abnormal beans per pod; K7 = dry weight of normal bean).

Tabel 2. Analisis sidik lintas (pengaruh langsung dan pengaruh tidak langsung) komponen daya hasil pada kakao

Table 2. Path coefficient analysis (direct and indirect effects) of yield components on cocoa

	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
K1	-0.012	0.000	0.079	0.000	0.000	0.004	0.083
K2	-0.001	-0.005	0.211	0.001	0.000	-0.008	0.203
K3	-0.002	-0.002	0.479	0.002	0.000	-0.013	-0.016
K4	-0.001	-0.001	0.176	0.006	0.000	-0.013	0.162
K5	0.000	0.000	-0.103	0.000	0.002	0.004	-0.098
K6	0.001	-0.001	0.165	0.002	0.000	-0.039	0.166

Keterangan (notes): angka dengan garis bawah merupakan nilai koefisien langsung analisis sidik lintas (*underlined figures are values of direct path analysis coefficients*); K1-K7 = lihat Tabel 1 (*see Table 1*).



Gambar 1. Diagram analisis sidik lintas komponen hasil terhadap bobot kering per biji

Figure 1. Path analysis diagram of yield components on dry bean weight

Keterangan (notes): P = pengaruh langsung (*direct effect*); r = pengaruh tidak langsung (*indirect effect*); BB = bobot kering per biji baik (*dry weight per normal bean*). K1-K7 = lihat Tabel 1 (*see Table 1*).

buah memiliki korelasi positif melalui karakter berat buah ($r=0,211$). Hal ini sejalan dengan nilai koefisien korelasi (Tabel 1) yang memiliki nilai positif terhadap bobot kering per biji.

Selain nilai korelasi dan nilai koefisien lintas, analisis koefisien keragaman genetik dapat dijadikan dasar dalam menentukan kriteria seleksi. Keberhasilan suatu program pemuliaan tanaman sangat tergantung pada variasi genetik yang diturunkan (Miftahorrahman, 2010). Pendugaan komponen ragam dan heritabilitas dilakukan untuk mengetahui proporsi keragaman yang disebabkan oleh faktor genetik dan lingkungan (Bakhtiar *et al.*, 2010; Iswanto, 1983). Hasil analisis koefisien keragaman genetik (CVG) menunjukkan bahwa bobot kering per biji dan jumlah biji baik per buah pada 14 aksesi memiliki koefisien keragaman genetik yang tinggi (Tabel 3). Jumlah biji baik per buah menunjukkan nilai keragaman fenotipik paling tinggi (129,31%) diikuti dengan karakter bobot kering per biji baik, kadar kulit, jumlah biji hampa per buah,

berat biji basah per buah, panjang buah, dan lilit buah.

Pengembangan genotipe tergantung pada karakter dan kontribusi genetik yang dapat dilihat sebagai ekspresi fenotipe (Bartley, 2005). Apabila suatu sifat memiliki keragaman rendah, maka setiap individu dalam populasi tersebut secara teoritis sama atau homogen sehingga sulit untuk dilakukan perbaikan sifat melalui kegiatan pemuliaan tanaman (Miftahorrahman, 2010). Program perbaikan genetik tanaman diperlukan adanya plasma nutfah yang memiliki karakter dengan variabilitas genetik luas. Tingkat variabilitas genetik yang luas akan memberikan peluang lebih tinggi dalam kegiatan seleksi karakter terbaik dibanding dengan karakter-karakter yang memiliki tingkat variabilitas genetik sempit (Hadiati *et al.*, 2003). Mangoendidjojo (2003) menyebutkan bahwa variabilitas luas menggambarkan bahwa populasi yang diuji memiliki latar belakang genetik berbeda. Seleksi yang dilakukan berdasarkan pada karakter yang memiliki variabilitas genetik

Tabel 3. Koefisien keragaman fenotipe, koefisien keragaman genotipe, nilai duga heritabilitas, kemajuan genetik komponen hasil pada kakao

Table 3. Phenotypic coefficient variation, genotypic coefficient variation, heritability, genetic level of yield components on cocoa

Komponen hasil Yield components	KVF, % CVP, %	KVG, % CVG, %	H, % H, %	KG GP
Lilit buah Pod girth	9.17	5.66	38.17	10.40
Panjang buah Pod length	12.33	8.15	43.69	11.60
Berat buah Pod weight	22.50	9.61	18.25	95.23
Berat biji basah per buah Wet bean weight per pod	22.75	11.88	27.28	82.48
Jumlah biji baik per buah Number of beans per pod	129.31	25.12	3.77	0.70
Jumlah biji kepengper buah Number of abnormal beans per pod	36.01	13.70	14.48	92.22
Bobot kering per biji Dry weight per bean	76.61	73.22	91.35	1.90
Kadar kulit Shell content	37.79	17.50	21.45	15.57

Keterangan (notes): KVF = koefisien variasi fenotipik; KVG = koefisien variasi genotipik; H = nilai duga heritabilitas; KG = kemajuan genetik (CVG = coefficient of genetic variation; CVP = coefficient of phenotypic variation; H = heritability; GP = genetic progress).

dan variabilitas fenotipik luas akan meningkatkan kemajuan genetik yang besar dan memberikan peluang tinggi dalam memperoleh genotipik yang diinginkan. Sebaliknya seleksi tidak akan berhasil jika karakter-karakter tersebut memiliki variabilitas genetik sempit meskipun nilai variabilitas fenotipiknya luas karena perbedaan fenotipik yang tereksprei disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Demikian juga jika seleksi dilakukan pada karakter yang memiliki variabilitas genotipik luas dan variabilitas fenotipik sempit. Seleksi akan efektif jika dilakukan terhadap karakter yang memiliki variabilitas genotipik dan fenotipik tinggi.

Selain memiliki nilai variabilitas genotipe luas, karakter yang akan diseleksi sebaiknya juga memiliki nilai heritabilitas tinggi. Nilai duga heritabilitas menunjukkan bahwa karakter tersebut mudah diwariskan sehingga kegiatan seleksi dapat dilakukan pada generasi awal (Hadiati *et al.*, 2003). Nilai heritabilitas dapat dijadikan dasar dalam pelaksanaan seleksi secara simultan (Nasution, 2010). Nilai duga heritabilitas dalam arti luas untuk karakter bobot kering per biji tergolong tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor genetik lebih berperan dalam menentukan keragaman karakter tersebut dibanding dengan faktor lingkungan. Menurut Hadiati *et al.* (2003), nilai duga heritabilitas suatu karakter menentukan kemajuan dari suatu seleksi dan nilai duga heritabilitas sedang sampai tinggi menunjukkan bahwa lingkungan hanya sedikit berperan dalam penampilan suatu karakter. Karakter bobot kering per biji memiliki nilai koefisien keragaman genotipik tinggi (73,2%) dan koefisien keragaman fenotipik tinggi (76,6%), dan nilai duga heritabilitas tinggi (91,4%). Berat buah memiliki nilai koefisien keragaman fenotipik rendah (22,5%), nilai koefisien keragaman genotipik sedang (9,6%), kemajuan genetik tinggi (95,2), dan pengaruh

langsung terhadap bobot kering per biji baik cukup besar ($P = 0,479$). Karakter berat biji basah per buah memiliki nilai koefisien keragaman genotipik sedang (11,9%), nilai koefisien keragaman fenotipik rendah (22,8%), kemajuan genetik tinggi (82,5) dan nilai pengaruh langsung positif terhadap bobot kering per biji baik ($P = 0,006$). Berdasarkan pada nilai koefisien sidik lintas, variasi keragaman genotipik dan nilai duga heritabilitasnya karakter berat buah merupakan karakter yang berperan penting dalam menentukan bobot kering per biji baik. Selain itu karakter berat biji basah per buah juga dapat digunakan secara tidak langsung untuk seleksi bobot kering per biji baik.

KESIMPULAN

1. Karakter berat buah berperan penting dalam menentukan bobot kering per biji baik. Karakter tersebut memiliki nilai koefisien korelasi genotipik tinggi dan positif nyata ($r = 0,46$) terhadap bobot kering per biji, memiliki pengaruh langsung cukup besar ($P = 0,479$), nilai koefisien keragaman genotipik sedang (9,6%), nilai koefisien keragaman fenotipik rendah (22,5%) dan kemajuan genetik tinggi (95,2).
2. Karakter bobot biji basah per buah juga dapat digunakan secara tidak langsung untuk seleksi bobot kering per biji baik berdasar pada nilai koefisien keragaman genotipik (11,9%), nilai kemajuan genetik (82,5) dan pengaruh langsung terhadap bobot kering per biji baik yang bernilai positif ($P = 0,006$).

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N.; J. Farzad; Y. Jafarieh & M.Y. Mirza (2003). Relationship among yield component and selection criteria for yield improvement in winter rapeseed

- (*Brassica napus* L.). *Pakistan Journal Botany*, 35, 167-174.
- Allard, R.W. (1960). *Principles of Plant Breeding*. John Wiley & Sons Inc. New York.
- Arshad, M.; K.M. Ilyas & M. Ayub Khan (2007). Genetic divergence and path coefficient analysis for seed yield traits in sun flower (*Helianthus annuus* L.) hybrids. *Journal Botany*, 39, 2009-2015.
- Asif, M.; M. Yaqub; M. Iftikhar; N.S. Kisana; M. Asim & S.Z. Mustafa (2003). Determining the direct selection criteria for identification of high yielding lines in bread wheat (*Triticum aestivum* L.). *Pakistan Journal Biology Science*, 6, 48-50.
- Bakhtiar, B.; S. Purwoko; Trikoesoemaningtyas & I.S. Dewi (2010). Analisis korelasi dan koefisien lintas antarbeberapa sifat padi gogo pada media tanah masam. *Journal Floratek*, 5, 86-93.
- Bartley, B.G.D. (2005). *The Genetic Diversity of Cacao and its Utilization*. CABI Publishing. Wallingford, UK.
- Bizeti, H.S.; C.G.P. de Carvalho; J. Souza & D. Destro (2004). Path analysis multicollinearity in soybean. *Brazilian Archives of Biology Technology Journal*, 47, 669-676.
- Ciftci, V.; N. To; Y. To & Y. Do (2004). Determining relationship among yield and some yield component using path coefficient analysis in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Asian Journal Plant Science*, 3, 632-635.
- Falconer, D.S. & T.F.C. Mackay (1996). *Introduction to Quantitative Genetics*. Fourth Edition. London.
- Hadiati, S.; Mudaningsih; H.K.A. Baihaki & N. Rostini (2003). Parameter genetik karakter komponen buah pada beberapa aksesori nanas. *Zuriat*, 14, 47-52.
- Iqbal, S.; M. Arik; Tahira; M. Ali; M. Anwar & M. Sarwar (2003). Path coefficient analysis in different genotypes of soybean (*Glycine max* L. Merr). *Pakistan Journal Biology Science*, 6, 1085-1087.
- Iswanto, A. (1983). Kajian korelasi komponen rendemen pada kopi arabika. *Menara Perkebunan*, 51, 43-46.
- Knight, R. (1979). Quantitative genetics statistics and plant Breeding. p. 41-78. **In:** R. Knight (Ed) *Plant Breeding*. Brisbane, Australia.
- Mangoendidjojo, W. (2003). *Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman*. Kanisius. Yogyakarta.
- McWhiter, R.S. (1979). Breeding of cross pollination crop. p. 184. **In:** R. Knight (Ed) *Plant Breeding*. Brisbane, Australia.
- Miftahorrahman (2010). Korelasi dan analisis sidik lintas karakter tandan bunga terhadap buah jadi kelapa genjah salak. *Buletin Palma*, 38, 60-66.
- Nasution, M.A. (2010). Analisis korelasi dan sidik lintas antara karakter morfologi dan komponen buah tanaman nenas (*Ananas comosus* L. merr). *Crop Agro*, 3, 1-8.
- Qosim, W.A.; A. Karuniawan; B. Marwoto & D.S. Badriah (2000). Stabilitas parameter genetik mutan-mutan krisan generasi VM3. *Laporan Hasil Penelitian Lembaga Penelitian Universitas Padjajaran*. Jatinangor, Bandung.
- Singh, R.K. & B.D. Chaudary (1979). *Biometrical Methods in Quantitative Genetics Analysis*. Kalyani Publisher. New Delhi.
- Suhendi, D.; A.W. Susilo & S. Mawardi (2004). Analisis daya gabung karakter pertumbuhan vegetatif beberapa klon kakao (*Theobroma cacao* L.). *Zuriat*, 15, 125-132.
- Tanya, P.; Y. Tadikam; P. Taeprayoon & P. Srinives (2013). Estimates of repeatability and path coefficient of bunch and fruit traits in bang boet Dura oil palm. *Journal of Oil Palm Research*, 25, 108-115.
- Wirnas, D.; Sobir & M. Surahman (2005). Pengembangan kriteria seleksi pada pisang (*Musa* sp.) berdasarkan analisis sidik lintas. *Buletin Agronomi*, 33, 48-54.
